

联合收获机多传感器信号采集与数据处理系统*

郑世宇¹ 陈进¹ 李耀明²

(1. 江苏大学机械工程学院, 镇江 212013;

2. 江苏大学现代农业装备与技术省部共建教育部重点实验室, 镇江 212013)

【摘要】多传感器信号采集与数据处理是联合收获机作业流程监测与控制的基础工作。使用微处理器 C8051F020 的定时器/计数器和标准输入/输出接口(I/O)进行了多路霍尔转速传感器信号的采集,并通过串口通信接收损失量传感器与喂入量传感器的数据。微处理器 C8051F020 对数据进行处理与存储,控制 240×128 点阵式液晶显示器进行数据的实时显示与故障报警,根据数据处理结果控制联合收获机前进速度,进行故障分类处理,并通过串口通信实现存储数据的发送与打印。试验表明,系统工作稳定、可靠,可以实现联合收获机作业流程监测与控制系统的集成化,并能在联合收获机测控系统的应用中节约成本、增加效率。

关键词: 联合收获机 多传感器 信号采集 数据处理

中图分类号: S225.31 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2011)S0-0107-05

Multi-sensor Signals Acquisition and Data Processing System
for Combine Harvester

Zheng Shiyu¹ Chen Jin¹ Li Yaoming²

(1. School of Mechanical Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

2. Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education & Jiangsu Province, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract

Multi-sensor signals acquisition and data processing is the basis for combine harvester workflow control and monitoring. In this paper, the multi-hall speed sensor signal acquisition was implemented by timer/counter and standard input/output interface (I/O) in microprocessor C8051F020, and feed quantity sensor data and loss quantity sensor data was received through the serial communication. Microprocessor C8051F020 can process and save data, control the 240×128 dot-matrix LCD that could display the current data and fault alarm, and control speed depend on the results of data processing, then deal with classified faults. The data acquisition could be send and print. The experimental result showed this system worked steadily and reliably, which could realize the integration of combine harvester workflow control and monitoring system, and it could save the production cost and increase efficiency for combine harvester measure and control system.

Key words Combine harvester, Multi-sensor, Signals acquisition, Data processing

引言

联合收获机作业流程监测与控制包括喂入量、

割台螺旋输送机转速、输送槽转速、滚筒转速、输粮螺旋输送机转速、损失量以及前进速度等信号的监测。国内外农机研究人员对于单一监测点的信号采

收稿日期: 2011-08-20 修回日期: 2011-09-20

* 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2010AA101402)、江苏省科技支撑计划资助项目(BE2011333)、江苏高校优势学科建设工程资助项目(苏财教(2011)8号)和江苏省农业装备与智能化高技术研究重点实验室资助项目(BM2009703)

作者简介: 郑世宇, 硕士生, 主要从事机械系统监测与控制技术研究, E-mail: 421276709@qq.com

通讯作者: 陈进, 教授, 博士生导师, 主要从事现代农业装备监测与控制技术研究, E-mail: chenjinjd126@126.com

集与处理作了深入的研究,并取得了丰硕的成果^[1]。然而,由于联合收获机作业流程监测点过多,单一监测点的信号采集与处理并制作成仪表容易造成驾驶室内仪表过多,驾驶员无法在第一时间通过仪表发现故障点,而且制作过多的仪表也是对资源的一种浪费。本文以雷沃谷神牌切纵流联合收获机作为试验样机,设计以微处理器 C8051F020 为核心的多传感器信号采集与处理系统。整个系统包含喂入量、割台螺旋输送机转速、输送槽转速、切流滚筒转速、纵流滚筒转速、输粮螺旋输送机转速、损失量以及前进速度的信号采集、数据处理以及实时显示,同时对监测点进行故障报警,并能自动调节前进速度,进行故障分类处理,对监测点信息进行存储与打印。

1 硬件设计

C8051F020 是完全集成的混合信号系统级 MCU 芯片,具有高速、流水线结构与 8051 兼容的 CIP-51 内核,有 64 个数字 I/O 引脚,64 KB 可在系统编程的 FLASH 存储器,4 352 B 的片内 RAM,可寻址 64 KB 地址空间的外部数据存储器接口,2 个 12 位 DAC 具有可编程数据更新方式,5 个通用的 16 位定时器/计数器,2 个 UART 串行接口。该微处理器具备了实现信号采集、数据处理、输出控制以及多机通讯等功能。

本系统的硬件主要由多路转速信号采集、上下位机通讯和输出控制组成,如图 1 所示。其中,输出控制包含 240×128 点阵式液晶显示器、声光报警模块、微型打印机输出和前进速度控制模块。

1.1 多路转速信号采集

本系统包含 6 路转速信号的采集,分别为前进速度、切流滚筒转速、纵流滚筒转速、输送槽转速、输粮螺旋输送机转速和割台螺旋输送机转速。图 1 中传感器 1~6 为霍尔转速传感器,分别安装于各监测点的转轴上,转轴每转动一周输出一个脉冲信号^[2]。其中,前进速度信号和割台螺旋输送机转速信号经调理电路后分别接入 C8051F020 的外部中断 1、0,与内部定时器配合进行独立采集与处理。切流滚筒转速、纵流滚筒转速、输送槽转速和输粮螺旋输送机转速通过四选一多路模拟开关 CD4052 选通后经调理电路接入 C8051F020 的外部中断 2,由 CD4052 轮流进行采集与处理。

1.2 上下位机通讯

传感器 7、8 分别为喂入量传感器^[3]与损失量传感器^[4],2 路信号独立采集,并通过下位机按通讯协议对数据进行打包,与 C8051F020 的 UART0 串行接口相连,经由 RS232 串行通讯将数据送入 C8051F020 中。

1.3 输出控制

输出控制包含 240×128 点阵式液晶显示器、声

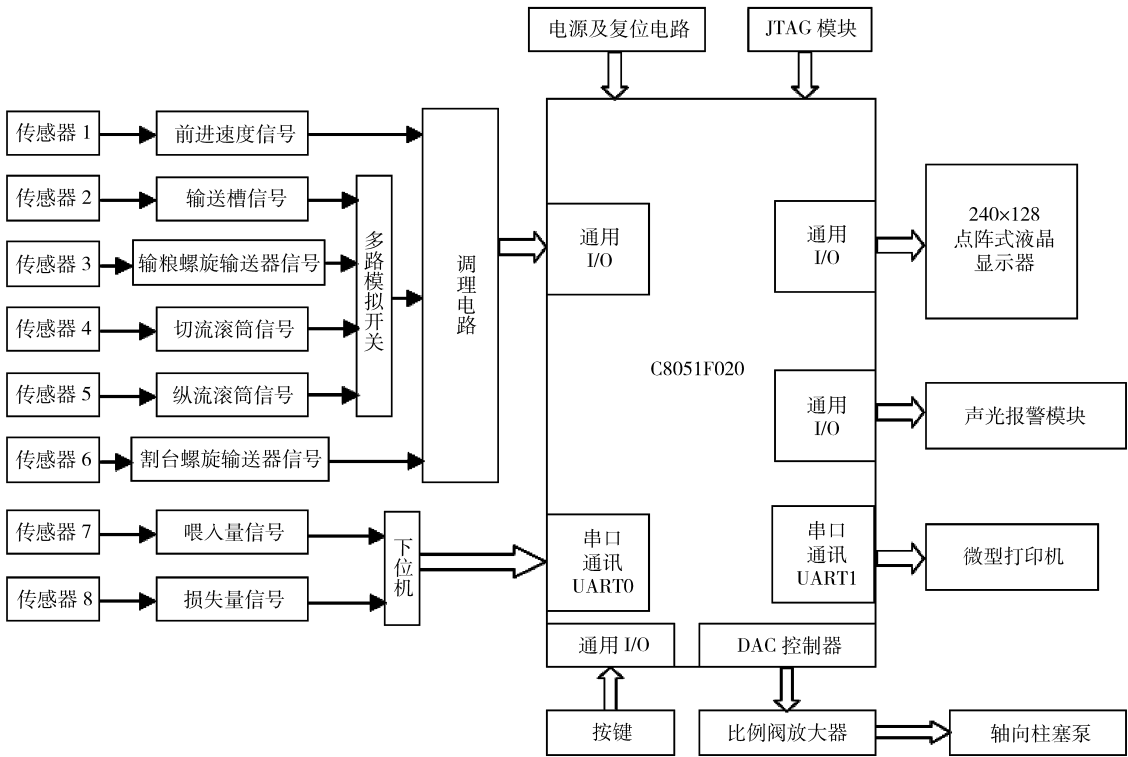


图 1 系统硬件框图

Fig. 1 System hardware block diagram

光报警模块、微型打印机和速度调节阀的控制。

微处理器 C8051F020 中 P6 口的 8 位数字 I/O 引脚与 240 × 128 点阵式液晶显示器的 8 位数据口相连,P2 口中的前 3 位数字 I/O 引脚分别与液晶写信号端、液晶读信号端、液晶命令/数据选择端相连。通过对 240 × 128 点阵式液晶显示器的控制实现各个监测点状态的实时显示^[5~7]。

声光报警模块中,微处理器 C8051F020 的 P3 口前 7 个数字 I/O 引脚控制 7 个 LED 灯,分别对应喂入量、割台螺旋输送机转速、输送槽转速、切流和纵流滚筒转速、输粮螺旋输送机转速和损失量 7 个信号,P3 口的最后 1 个数字 I/O 引脚控制蜂鸣器。当发生故障时,蜂鸣器发出报警,对应故障点的 LED 灯闪动^[8]。

微处理器 C8051F020 的 UART1 串行接口与微型打印机的串行口相连,通过 RS232 串行通讯对微型打印机进行控制^[9~10]。

前进速度的控制通过微处理器 C8051F020 中 DAC 控制器输出电压大小进行控制。图 1 中的轴向柱塞泵阀门的开度直接控制前进速度,DAC 控制器输出电压经比例阀放大器进行功率放大,通过电压改变控制阀门的开度,从而实现速度的控制。

2 软件设计

微处理器 C8051F020 在 Silicon Laboratories IDE 集成开发环境中进行程序编写与下载。图 2 是主程序流程图。主程序实现各个监测点数据在液晶屏上的动态刷新以及故障的判断报警,7 个监测点数据的采集与处理在中断服务子程序中完成,并通过全局变量将结果送入主程序中。

2.1 240 × 128 点阵式液晶显示界面

240 × 128 点阵式液晶显示主要由 2 个子程序组成,子程序 void DisplayListText (uchar col,uchar row,uchar * str,uchar N)用于显示静态汉字,col 是汉字的起始列,row 是汉字的起始行,* str 是字模数组的起始地址,N 是显示汉字的个数。整个静态汉字显示界面为:

第 1 行:割台螺旋输送机	r/min
第 2 行:切流滚筒	r/min
第 3 行:输粮螺旋输送机	r/min
第 4 行:纵流滚筒	r/min
第 5 行:输送槽	r/min
第 6 行:前进速度	m/s
第 7 行:喂入量	kg
损失量	%

子程序 void DisplayListChar (uchar col,uchar row,uchar * str,uchar N)用于显示动态数字,col 是

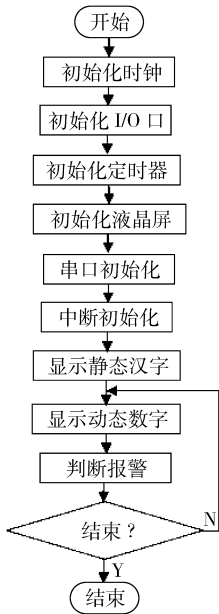


图 2 主程序流程图

Fig.2 Flow chart of main program

数字的起始列,row 是数字的起始行,* str 是数字字模的起始地址,N 是显示数字的个数。主程序循环调用该子程序,实现数字在液晶屏上的动态刷新,刷新间隔为 0.5 s。

2.2 多传感器信号采集与处理程序

信号采集与处理都在中断服务子程序中完成。其中,前进速度、切流滚筒转速、纵流滚筒转速、输送槽转速、输粮螺旋输送机转速和割台螺旋输送机转速的采集与处理在外部中断 0、1、2 中完成,喂入量和损失量的采集与处理在串口中断 0 中完成。

2.2.1 转速信号采集与处理程序

以测周法进行 6 路转速信号的采集与处理,以割台螺旋输送机转速采集为例,割台螺旋输送机转速信号输入到单片机的中断 0 引脚,采用定时器 T1 统计脉冲间隔时间。首先定义变量 INTO_FLG 表示进入中断的次数,在中断 0 程序中,当 INTO_FLG = 0 时表示第 1 次进入中断,此时启动 T1 开始计时,并置 INTO_FLG = 1。下一个脉冲到来时,触发中断 0,INTO_FLG = 1,表示第 2 次进入中断,此时统计 T1 的定时时间 Timer1,之后关闭 T1。由 T1 的定时时间可以计算出滚筒转速的脉冲频率,进而求出割台螺旋输送机转速 Speed1,程序流程如图 3 所示。前进速度的采集是通过外部中断 1 与定时器 T2,原理与割台螺旋输送机转速采集相同,在数据处理时需要将转速 (r/min) 换算成速度 (m/s)。切流滚筒转速、纵流滚筒转速、输送槽转速和输粮螺旋输送机转速的采集是通过外部中断 2 与定时器 T3,原理与割台螺旋输送机转速采集相同,不同点是每得到一路转速后必须控制四选一多路模拟选择开关 CD4052

切换到下一路转速进行采集,4路转速轮流采集。因为切流滚筒、纵流滚筒、输送槽、输粮螺旋输送机转速较大,在刷新间隔 0.5 s 内就能进行一轮信号的采集与处理,所以此 4 路信号只用 1 个中断,以节约系统资源。而前进速度与割台螺旋输送机转速较小,因此这两路信号进行独立采集。各个转速值分别存入 Speed1 至 Speed6 这 6 个全局变量中,主程序中的动态数字显示子程序通过对这 6 个全局变量的调用实现转速的动态刷新。

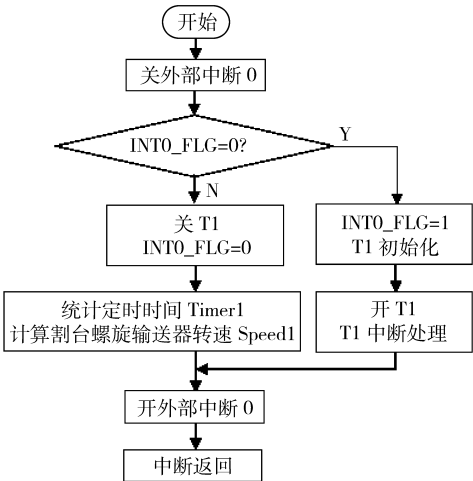


图 3 转速测量子程序流程图

Fig. 3 Flow chart of tachometric survey subprogram

2.2.2 喂入量和损失量接收子程序

喂入量、损失量的采集与处理均在串口中断 0 中完成,串口初始化配置波特率为 115 200 b/s,串口发送协议如图 4 所示。喂入量和损失量的 Preamble 为 0xFA, LEN 为 0x08。喂入量的 MID 为 0x00,损失量的 MID 为 0x01。首先,串口中断判断接收到的字节,若为 0xFA,则将后续接收到的 11 个字节数据放入数组 RData[11]中,将这 11 个字节数据进行求和校验,校验通过后判断 MID 位,若 MID 为 0x00,则是喂入量信号,对 DATA 进行数据处理,将结果放入全局变量 weiruliang 中;若 MID 为 0x01,则是损失量信号,对 DATA 进行数据处理,将结果放入全局变量 sunshiliang 中,主程序中的动态数字显示子程序通过对这 2 个全局变量的处理实现喂入量与损失量的动态刷新。

2.3 故障判断报警程序

判断报警子程序中,为 6 路转速信号设置了下限值,为喂入量与损失量设置了上限值。主程序循环调用判断报警子程序,全局变量 Speed1 至 Speed6 分别与各自的下限值进行比较,若低于下限值,则相应的 LED 报警灯闪动,蜂鸣器报警,联合收获机自动停止行驶;全局变量 weiruliang 与 sunshiliang 分别与各自的上限值比较,若高出上限值,则相应的

LED 报警灯闪动,蜂鸣器报警,联合收获机降低速度行驶。联合收获机速度控制通过改变 DAC 控制寄存器 DAC1L、DAC1H 的值实现。

Preamble	MID	LEN	DATA	Checksum
协议说明:				
Field	Field width	Discription		
Preamble	1 Byte	指示开发发送一帧数据(0xFA)		
MID	1 Byte	帧信息 ID 指示发送的帧类型		
LEN	1 Byte	数据长度(如果是 double 固定为 8 字节)		
DATA	LEN Byte	数据(发送数据的个数取决于 LEN 的大小)		
Checksum	1 Byte	校验位:用零减去除帧头以外的所有发送字节的和		

图 4 串口发送协议

Fig. 4 Serial communication protocol

2.4 数据存储与打印程序

数据存储与打印通过按键的控制来实现。本系统中共有 4 个按键,分别实现“切换”、“上翻”、“下翻”、“确认”。“切换”按键实现工作界面与记录查阅界面之间的切换,“上翻”和“下翻”用于查阅记录,在工作界面下按“确认”键进行 6 b/s 的数据存储,再次按下“确认”停止数据存储,在记录查阅界面下“确认”键实现存储数据的打印。

3 系统调试与试验

在实验室内,通过频率发生器模拟转速信号,调节频率发生器改变输出频率,系统能迅速响应并显示新的转速值。通过串口调试助手软件模拟喂入量与损失量信号的发送,改变数据中的 DATA,系统能迅速响应并显示新的喂入量与损失量的值。系统模拟调试完成后,将该装置应用于雷沃谷神牌切纵流联合收获机,于 2011 年 6 月 3~4 日,在江苏省镇江丹阳市练湖农场,以镇江农科所培育的镇麦 168 为收割对象,进行了小麦田间收割试验。表 1 为联合收获机从启动到正常工作时各监测点的状态记录,记录间隔为 1 s。从表 1 中可以看出,该系统能实时显示各监测点的状态数据,实现数据的存储,并进行前进速度的控制。图 5 为收获机正常工作状态下该系统记录的各个监测点数据。

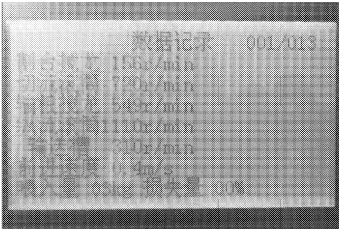


图 5 记录查阅界面

Fig. 5 Record searching interface

表 1 田间试验记录
Tab.1 Field test record

参数	记录编号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
割台螺旋输送机转速/ $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	19	39	63	85	106	136	167	160	157	156
切流滚筒转速/ $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	87	177	290	359	442	564	754	742	736	720
输粮螺旋输送机转速/ $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	68	130	201	296	351	412	579	564	554	549
纵流滚筒转速/ $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	139	285	423	542	694	850	1153	1142	1132	1 110
输送槽转速/ $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$	39	82	115	163	196	243	340	334	321	310
前进速度/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	0	0	0	0	0	0	0. 1	0. 2	0. 3	0. 4
喂入量/kg	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
损失量/%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4 结束语

本系统利用微处理器 C8051F020 进行联合收获机多传感器数据的采集和处理,通过 240×128 点阵式液晶显示器实现联合收获机工作状态数据的实

时显示,并能对故障点进行报警,根据数据处理结果控制前进速度,进行故障分类处理。试验表明,系统工作稳定、可靠,可以实现联合收获机作业流程监测与控制系统的集成化。

参 考 文 献

1 李君略,俞龙,刘华,等. 联合收获机监测系统研究现状及展望[J]. 现代农业装备, 2005(12):46~48.
Li Junlüe, Yu Long, Liu Hua, et al. State-of-art and prospect on combine monitor system [J]. Modern Agricultural Equipments, 2005(12):46~48. (in Chinese)

2 王希波,彭海勇,邓康耀. 基于数据采集卡的转速测量方法及实现[J]. 农业机械学报,2007,38(2):72~75.
Wang Xibo, Peng Haiyong, Deng Kangyao. Method and implement of measuring the revolution speed with data acquisition card [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2007,38(2):72~75. (in Chinese)

3 陈进,李耀明,季彬彬. 联合收获机喂入量测量方法[J]. 农业机械学报,2006,37(12):76~78.
Chen Jin, Li Yaoming, Ji Binbin. Study on measurement method of combine feed quantity [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2006,37(12):76~78. (in Chinese)

4 刘小娟,师帅兵,黄信兵. 基于单片机的联合收获机清粮损失自动监测系统[J]. 农业机械,2006(6):144~145.

5 周华,宋公明,刘冲. 基于高速单片机的控制液晶显示屏的设计[J]. 机械工程与自动化,2007(2): 81~85.
Zhou Hua, Song Gongming, Liu Chong. Design of the LCD-control with high-speed microprocessor [J]. Mechanical Engineering & Automation, 2007(2): 81~85. (in Chinese)

6 冉全,罗忠. 内藏 T6963C 控制器的液晶显示模块应用分析[J]. 武汉化工学院学报,2001,23(2): 60~63.
Ran Quan, Luo Zhong. Application analysis of LCD display modulebased on inner T6963C controller [J]. Journal of Wuhan Institute of Chemical Technology, 2001,23(2): 60~63. (in Chinese)

7 雷有华,梁振波. 中小规模点阵图形式液晶模块电路的分析和设计[J]. 清华大学学报:自然科学版,1995,35(4): 102~108.
Lei Youhua, Liang Zhenbo. Analysis and design of dot matrix graphic LCD module circuits of middle and small size [J]. Journal of Tsinghua University:Sci. & Tech., 1995,35(4): 102~108. (in Chinese)

8 王站兴,吴利谦. 收获机械电子监控装置的研制[J]. 拖拉机与农用运输车, 2003(3): 44~45.
Wang Zhanxing, Wu Liqian. Development of electronic monitor in harvester [J]. Tractor & Farm Transporter, 2003(3): 44~45. (in Chinese)

9 黄曙,梁慧冰,张忠波. 微型打印机打印程序设计[J]. 控制工程,2004(11):169~171.
Huang Shu, Liang Huibing, Zhang Zhongbo. Printing program design of micro printer [J]. Control Engineering of China, 2004(11):169~171. (in Chinese)

10 黄湖剑,梁楚樵. 单片机与微型打印机的接口设计[J]. 武汉理工大学学报,2006,28(5): 124~126.
Huang Hujian, Liang Chuqiao. Design of interface between MCU and micro-printer [J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2006,28(5): 124~126. (in Chinese)